

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

DERWENT-ACC-NO: 1996-289974  
DERWENT-WEEK: 199829  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Processing ceramic green sheet with support film to form through hole -  
comprises irradiating with laser light having specified output and pulse width  
so through hole is formed without damaging support film.

PATENT-ASSIGNEE: TAIYO YUDEN KK[TAIO]

PRIORITY-DATA: 1993JP-0332103 (December 27, 1993)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
JP 2766173 B2	June 18, 1998	N/A
006	H05K 003/46	
JP 07193375 A	July 28, 1995	N/A
006	H05K 003/46	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP 2766173B2	N/A	1993JP-0332103
December 27, 1993		
JP 2766173B2	Previous Publ.	JP 7193375
N/A		
JP07193375A	N/A	1993JP-0332103
December 27, 1993		

INT-CL (IPC): B23K026/00; C04B041/91 ; H01F017/00 ;  
H05K003/00 ;  
H05K003/46

ABSTRACTED-PUB-NO: JP07193375A

BASIC-ABSTRACT: An irradiated laser light has a normal pulse decided by an output and a pulse width. Values of the output and pulse width are set so that both prod. equals calories necessary for melting and evaporating sheet materials corresp. a vol. of a through hole. The value of the pulse width is

limited in a time range so that a film temp. should not  
become its melting  
temp.

ADVANTAGE - Forms a specified through hole only on a sheet  
without damaging a  
film which supports a ceramic green sheet.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/13

TITLE-TERMS:

PROCESS CERAMIC GREEN SHEET SUPPORT FILM FORM THROUGH HOLE  
COMPRISE IRRADIATE  
LASER LIGHT SPECIFIED OUTPUT PULSE WIDTH SO THROUGH HOLE  
FORMING DAMAGE SUPPORT  
FILM

DERWENT-CLASS: L03 P55 V02 V04

CPI-CODES: L03-H04E9;

EPI-CODES: V02-H01; V04-R05A1;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1996-092830  
Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1996-243312

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-193375

(43) 公開日 平成7年(1995)7月28日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 K 3/46	X	6921-4E		
	H	6921-4E		
	N	6921-4E		
	Q	6921-4E		
B 2 3 K 26/00	N			

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

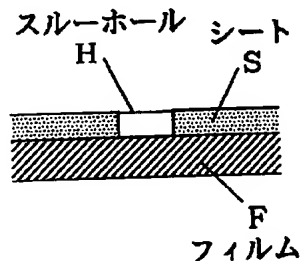
(21) 出願番号	特願平5-332103	(71) 出願人	000204284 太陽誘電株式会社 東京都台東区上野6丁目16番20号
(22) 出願日	平成5年(1993)12月27日	(72) 発明者	中澤 睦士 東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 吉田 精孝

(54) 【発明の名称】 フィルム付きセラミックグリーンシートの加工方法

(57) 【要約】

【目的】 セラミックグリーンシートを支持するフィルムに損傷を与えることなくシートの上に所定のスルーホールを形成できる加工方法を提供すること。

【構成】 一面をフィルムFで支持された積層型電子部品用のセラミックグリーンシートSに照射するレーザー光として出力W1及びパルス幅 $\tau$ で決定されるノーマルパルスのものを使用し、上記の出力W1とパルス幅 $\tau$ の値をこれらの積がスルーホール体積に相当するシート材料分を熔融、気化可能な熱量と等しくなるように設定すると共に、上記のパルス幅 $\tau$ の値をフィルムF温度がその熔融温度に到達しない時間範囲で制限しているので、貫通不良やかす残留等を生じることなく、しかもスルーホールH下のフィルムFに凹凸や窪み等のダメージを生じることなくシートSの上に所定のスルーホールHを形成することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一面をフィルムで支持された積層型電子部品用のセラミックグリーンシートにシート側からレーザー光を所定形状で照射して、照射レーザー光の形状に合致したスルーホールをセラミックグリーンシートに形成する加工方法であって、

照射レーザー光として出力及びパルス幅で決定されるノーマルパルスのものを使用し、

上記の出力とパルス幅の値をこれらの積がスルーホール体積に相当するシート材料分を熔融、気化可能な熱量と等しくなるように設定すると共に、

上記のパルス幅の値をフィルム温度がその熔融温度に到達しない時間範囲で制限した、

ことを特徴とするフィルム付きセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項2】 照射レーザー光の外周部のエネルギー値が中心部よりも小さい、

ことを特徴とする請求項1記載のフィルム付きセラミックグリーンシートの加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、積層チップインダクタ等の積層型電子部品の製造に用いられるセラミックグリーンシートに所定数のスルーホールを形成する加工方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】コイル導体を内蔵する積層チップインダクタ、積層トランス、LC複合部品等の積層型電子部品は、その製造において、コイル用導体パターン形成前のセラミックグリーンシート（本発明及び次欄では単にシートと言う）に該導体パターンを該シートを介して相互に接続するためのスルーホールを形成する工程を必要とする。

【0003】上記の工程は通常パンチング、詳しくはパンチを有する昇降自在な上型と該パンチに対応するダイを有する下型との間にシートを介装し、上型の降下によりパンチ径に合致した孔（スルーホール）をシートに貫通形成することで実施されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のパンチングは基本的にパンチによって貫通孔を形成するものであるため、フィルム付きシート、詳しくはPET等から成る可撓性フィルムの一面にセラミックスラリーを塗工して形成したシートを加工対象とすると、シートを支持するフィルムにもスルーホール同等孔が同時に形成されてしまう。

【0005】つまり、スルーホール形成後の導体パターン形成工程でシート上に導電ペーストを印刷する際に該ペーストがスルーホールのみならずフィルムのスルーホール同等孔まで充填されてしまい、その後のシート積層

工程でシートからフィルムを剥離する際にスルーホール内の導電ペーストがフィルム側に引き込まれて脆弱なシートに破損を生じたり、スルーホール内のペースト量が減少して導体パターン相互の接続が満足に行えなくなる等の問題を生じる。

【0006】本発明は上記問題点に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、シートを支持するフィルムに損傷を与えることなくシートの上に所定のスルーホールを形成できる加工方法を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の発明は、一面をフィルムで支持された積層型電子部品用のセラミックグリーンシートにシート側からレーザー光を所定形状で照射して、照射レーザー光の形状に合致したスルーホールをセラミックグリーンシートに形成する加工方法であって、照射レーザー光として出力及びパルス幅で決定されるノーマルパルスのものを使用し、上記の出力とパルス幅の値をこれらの積がスルーホール体積に相当するシート材料分を熔融、気化可能な熱量と等しくなるように設定すると共に、上記のパルス幅の値をフィルム温度がその熔融温度に到達しない時間範囲で制限したことを特徴としている。

【0008】請求項2の発明は、請求項1記載の加工方法において、照射レーザー光の外周部のエネルギー値が中心部よりも小さいことを特徴としている。

## 【0009】

【作用】請求項1の発明では、フィルム付きセラミックシートのシート側にノーマルパルスのレーザー光を照射することにより、該照射レーザー光の形状に合致したスルーホールをセラミックグリーンシートに形成する。照射レーザー光の出力とパルス幅の値をこれらの積（エネルギー）がスルーホール体積に相当するシート材料分を熔融、気化可能な熱量と等しくなるように設定しているので、貫通不良やかす残留等を生じることがない。しかも、パルス幅の値をフィルム温度がその熔融温度に到達しない時間範囲で制限しているので、スルーホール下のフィルムに凹凸や窪み等のダメージを生じることもない。

【0010】請求項2の発明では、請求項1と同様の作用が得られる他、照射レーザー光の外周部のエネルギー値が中心部よりも小さいので、スルーホール内周部分の熔融、気化を抑制してスルーホール断面積を下方に向けて小さくできる。

## 【0011】

【実施例】図1には本発明の実施に好適な加工装置の概略構成を示してある。同図において、1はレーザー光源、2はマスク、3は結像用レンズ、4はXYテーブル、5はレーザー駆動回路、6はテーブル駆動回路、7は加工制御用プログラムを内蔵したマイクロコンピュータ構成の制御回路、Rはレーザー光、Sはセラミックグリーンシ

ート（以下、本欄では単にシートと言う）である。

【0012】レーザ光源1はパルス発振のYAGレーザで、駆動回路5からの駆動信号によって図2に示すようなノーマルパルス発振をし該発振に伴うレーザ光Rを出力する。レーザ光Rの1ショット当たりの出力ピーク値W1及びパルス幅 $\tau$ については後に詳述する。

【0013】マスク2はガラス質の板材から成り、図3に示すようにスルーホールに対応する透光部2a、例えば光透過を許容する透明或いは半透明部分や孔等を有している。同図に1点鎖線で示すように上記レーザ光源1からのレーザ光Rはマスク2の透光部2aよりも大径であり、該透光部2aを通過した光のみがレンズ3に入射する。透光部2aの形状は基本的には形成しようとするスルーホールと相似形であるが、該透光部2aの形状はシートSに対する実際の照射形状に基づいて決定してよい。

【0014】この加工装置では、図1中に1点鎖線で示すようにレーザ光源1から発振されたレーザ光Rをマスク2に照射し、該マスク2の透光部2aを通過した光をレンズ3で集光して所定の結像比でシートSに照射することが可能であり、該結像比（照射形状の大きさ）をレンズ位置によって適宜調整することができる。図4に示すように、レーザ光Rの照射形状はスルーホールHに合致した形状を有しており、該照射によりシートSの照射部分が溶融、気化して所定のスルーホールHが形成される。

【0015】XYテーブル4はシートSを照射光の光軸と直交する平面で支持し、駆動回路7からの駆動信号によって該シートSをXY方向に移動させることができる。このXYテーブル4はX・Y夫々の方向に対応するモータ及び位置検出器を備えており、そのテーブル移動位置を駆動回路7によって閉ループ制御される。

【0016】シートSは未焼成のセラミック薄層から成り、図4に示すようにその下面をPET等の可撓性フィルムFで支持されている。このシートSは所定成分のセラミックスラリーをドクターブレード法等によりフィルムFの上面に数十 $\mu$ mの厚みで塗工することで形成されたもので、スルーホール形成後の導体パターン形成工程でその上面に導電ペーストを所定のパターンで印刷され、この後のシート積層工程でフィルムFを剥離される。

【0017】次に、上記加工装置における加工動作を図5及び図6を参照して説明する。加工に際しては吸着ヘッド等を利用してフィルムF付きのシートSを搬送し、シートSを上に向けてXYテーブル4上に所定の向き（XYテーブル4のXY軸とシートSの2辺が平行となる向き）で載置する。

【0018】シートSを載置した後は、XYテーブル4を適宜移動させて作業開始位置を決定する位置決めを行う（図6のステップST1）。この位置決めはシートS

の辺或いは角をセンシングし、該シートSの所定部分が照射光の光軸下に位置するようにXYテーブル4を移動させることによって行われるが、該位置決めに $\theta$ 方向の補正が必要な場合にはXYテーブル4に変えて同方向の変位が可能なXY $\theta$ テーブルを利用するといふ。

【0019】位置決め後は、シートSを図5の+X方向に一定速度で移動させ（図6のステップST2）、同方向の移動量が最初の穴開け位置に達したところで移動中のシートSに向かってノーマルパルスのレーザ光Rを1ショットだけ照射して該シートSにスルーホールHを形成する（図6のステップST3、ST4）。この後も所定の移動量毎にレーザ光Rを1ショット宛断続的に照射して、シートSのX方向にN個（図5では5個）のスルーホールHを形成する（図6のステップST5、ST6）。

【0020】X方向にN個のスルーホールHを形成した後は、同位置からシートSを図5の+Y方向に所定距離移動させ（図6のステップST8）、今度は-X方向に一定速度で移動させながら断続的にレーザ光Rを照射して同方向にもN個のスルーホールHを形成し、上記手順を繰り返して図5に2点鎖線で示す経路で所定数（図5では20個）のスルーホールHをシートSに形成する。勿論、スルーホールHの形成経路は図示例以外の経路であってもよい。

【0021】レーザ光Rのパルス幅 $\tau$ は $\mu$ sまたはmsのオーダーで上記のスルーホール形成は瞬時に完了するため、穴開けの度にシートSを停止させる必要がなく、シートSを連続的に移動させながら所定数のスルーホールHを順次形成することができる。シートSに所定数のスルーホールHを形成した後はテーブルを停止して一連の加工を終了する（図6のステップST7、ST9）。

【0022】ここで、上記レーザ光Rの出力ピーク値W1及びパルス幅 $\tau$ について図7乃至図10を参照して説明する。以下の説明では便宜上、レーザ光源1から発振されたレーザ光R全てがシートSに照射されることを前提とするが、上記の加工装置では発振レーザ光Rの一部がマスク通過の際に反射等によって除去されてしまうため、実際の出力ピーク値W1はこの除去分を適宜増加補正して決定される。

【0023】スルーホール体積（シート厚み $\times$ ホール断面積）に相当するシート材料の質量をm、気化するまでのシート材料の比熱をCv、室温～気化温度までの変化分を $\Delta T$ 、気化潜熱をEvとすると、シートSにスルーホールHを形成する際に要する熱量Qh、換言すればスルーホールHの体積に相当するシート材料分を溶融、気化可能な熱量Qhは、 $Qh = m(Cv \cdot \Delta T + Ev)$ の式で求められる。

【0024】一方、レーザ光Rの1ショットで得られる熱量Qrは $Qr = W1 \times \tau$ の式で求めることができるので、基本的には前者の熱量Qhを予め算出しこの値と後

者の熱量 $Q_r$ の値が等しくなるように出力ピーク値 $W_1$ とパルス幅 $\tau$ を決定すれば、貫通不良やかす残留等を生じることなくスルーホール $H$ をシート $S$ に形成できることになる。

【0025】しかし、上記の $W_1$ と $\tau$ の値はその積が単に上記熱量 $Q_h$ と等しくなればよいと言うわけではなく、 $W_1$ の値を極端に小さくしその分 $\tau$ の値を大きくすると、フィルム $F$ の温度 $T$ が大きく上昇して溶融温度 $T_m$ に達し、図7に示すように該フィルム $F$ に凹凸や窪み等のダメージ $F_a$ を生じてしまう。

【0026】フィルム $F$ にダメージ $F_a$ を生じると、導体パターン形成工程でシート $S$ 上に導体パターン $P$ となる導電ペーストを印刷する際に、該ペーストがスルーホール $H$ のみならずフィルム $F$ のダメージ $F_a$ 部分にまで充填され(図8(a)参照)、シート積層工程でシート $S$ からフィルム $F$ を剥離する際に、スルーホール $H$ 内の充填ペーストがフィルム $F$ 側に引き込まれて脆弱なシートに破損を生じたり、スルーホール $H$ 内のペースト量が減少して導体パターン $P$ 相互の接続が満足に行えなくなる(図8(b)参照)。

【0027】適正な $W_1$ と $\tau$ の値は各値を変化させながら実験を繰り返すことで選定されるが、フィルム $F$ の温度 $T$ が溶融温度 $T_m$ に到達する前にレーザ光照射が完了するように $\tau$ の値を制限すれば、図9に示すようにスルーホール $H$ 下のフィルム $F$ に凹凸や窪み等のダメージを生じることなく所定のスルーホール $H$ をシート $S$ に的確に形成することができる。

【0028】この場合は、導体パターン形成工程で導体パターン $P$ を印刷する際に導電ペーストをスルーホール $H$ に確実に充填することができ(図10(a)参照)、その後のシート積層工程におけるフィルム $F$ の剥離をシート破損やペースト残留を生じることなく良好に行うことができる(図10(b)参照)。

【0029】尚、フィルム剥離時における充填ペーストの引き込み力を軽減するには、スルーホール断面積を下方に向けて小さくしフィルム側開口面積を他側よりも小さくするとよく、例えば図11に示すようにスルーホール $H$ の内面にテーパ $H_a$ を設けて該スルーホール $H$ を逆円錐台状にすれば引き込み力に対する抵抗を増加させることが可能となる。

【0030】先に述べた加工方法でこのようなスルーホール $H$ を形成する場合には、シート $S$ に照射されるレーザ光 $R$ に図12に示すようなエネルギー分布、つまり中心部よりも外周部のエネルギー値が小さくしてスルーホール内周部分の溶融、気化を抑制できるようにするとよく、これを実現する方法としてはマスク2の透光部2aが孔の場合にはその内周面に凹凸等を設けたり、または透光部2aが透明或いは半透明部分の場合には同部分の外周部にレーザ光透過を制御するグラデーション、例えば材質変化や表面凹凸等を設けてレーザ光外周部分の通

過光量を弱める方法等が挙げられる。

【0031】また、1つのスルーホール $H$ を複数回のショットで形成するような場合には、図13に示すように孔径 $r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$ が異なる複数のマスク孔2a1、2a2、2a3を用意して1ショット毎に孔径を徐々に小さくしたり、或いはレーザ光の結像比をレンズ位置により変化させてその照射形状を1ショット毎に徐々に小さくしていけば、加工径を段階的に小さくしてスルーホール断面積を下方に向けて小さくすることができる。

10 【0032】上記実施例では、シートに対するレーザ光の照射位置を変化させる手段としてXYテーブルを示したが、光学系にガルバノミラーを使用し該ミラーの角度変化でレーザ光の照射位置を変化させるようにしてもよい。

【0033】

【発明の効果】以上詳述したように、請求項1の発明によれば、貫通不良やかす残留等を生じることなく、しかもスルーホール下のフィルムに凹凸や窪み等のダメージを生じることなくセラミックグリーンシートのように所定のスルーホールを形成することができる。これにより、スルーホール形成後の導体パターン形成工程におけるスルーホール内へのペースト充填が適正化されると共に、その後のシート積層工程におけるシート破損やペースト残留の問題が排除されて、積層型電子部品の生産性が大きく向上する。

20 【0034】請求項2の発明によれば、スルーホール内周部分の溶融、気化を抑制してスルーホール断面積を下方に向けて小さくすることができ、これによりフィルム剥離時における充填ペーストの引き込み力が軽減されて上記のペースト残留がより確実に防止される。

【図面の簡単な説明】

【図1】加工装置の概略構成を示す図

【図2】レーザ発振形態を示す図

【図3】レーザ光のマスク通過作用を示す図

【図4】レーザ光による穴開け作用を示す図

【図5】スルーホール形成経路を示す図

【図6】加工制御のフローチャート

【図7】レーザ発振形態及び加工状態を示す図

【図8】導体パターン形成状態及びフィルム剥離状態を

40 示す図

【図9】レーザ発振形態及び加工状態を示す図

【図10】導体パターン形成状態及びフィルム剥離状態を示す図

【図11】スルーホールの他の形状例を示す図

【図12】レーザ光のエネルギー分布を示す図

【図13】レーザ光の他の照射方法を示す図

【符号の説明】

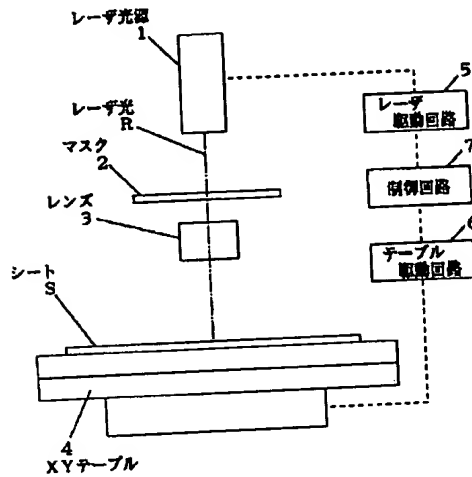
1…レーザ光源、2…マスク、2a…透光部、3…レンズ、4…XYテーブル、5…レーザ駆動回路、6…テ

50 ブル駆動回路、7…制御回路、R…レーザ光、 $W_1$ …出

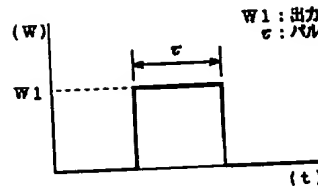
力ピーク値、 $\tau$ …パルス幅、S…セラミックグリーンシート、H…スルーホール、F…フィルム、Fa…ダメージ

ジ、P…導体パターン。

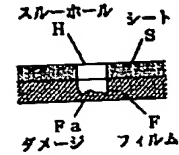
【図1】



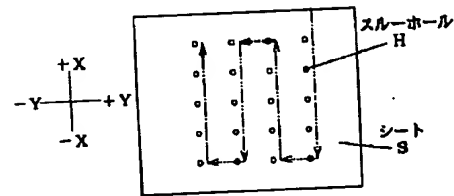
【図2】



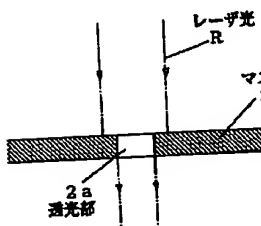
【図7】



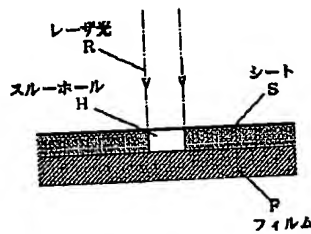
【図5】



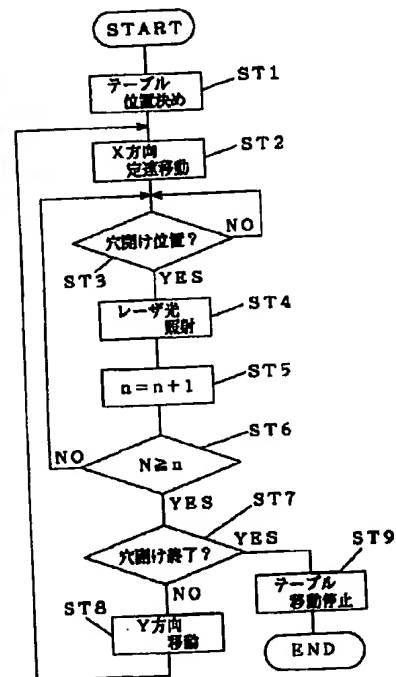
【図3】



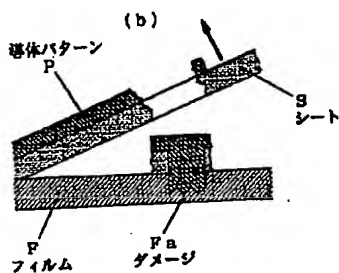
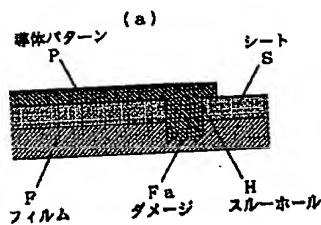
【図4】



【図6】

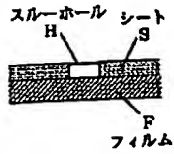


【図8】

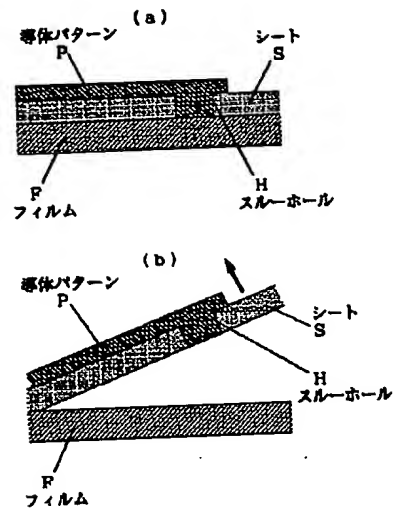




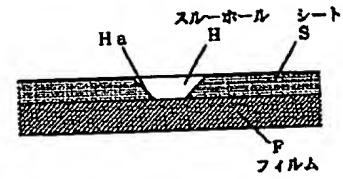
【図9】



【図10】



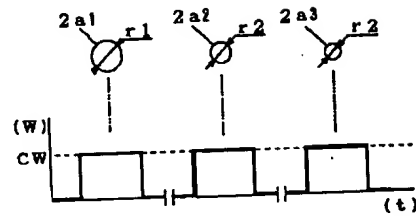
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

B 23 K 26/00

C 04 B 41/91

H 01 F 17/00

H 05 K 3/00

識別記号

330

片内整理番号

E

D 8123-5E

N

F I

技術表示箇所